

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3725742 A1

②① Aktenzeichen: P 37 25 742.0
②② Anmeldetag: 4. 8. 87
②③ Offenlegungstag: 3. 3. 88

⑤① Int. Cl. 4:

B32B 25/02

C 08 L 21/00
C 08 J 5/12
F 16 C 13/00
B 29 D 30/00
E 01 D 19/04
B 60 C 7/00

DE 3725742 A1

⑤① // B32B 25/12,25/14,25/16,25/20(C08J 5/12,C08L 21:00)(C08L 21/00,C08K 7:16)(C08L 21/00,7:00,9:00,11:00,23:08,23:16,23:28,23:34,31:04,33:08,75:04,83:04)

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①
28.08.86 DE 36 28 967.1

⑦① Anmelder:
Zappernick, Friedrich, Dr., 5000 Köln, DE

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤④ Elastomerbeschichteter Formkörper

Der elastomerbeschichtete Formkörper für hohe elastische (dynamische) Beanspruchung wie z. B. Vollgummi-Reifen oder -Räder, elastomerbeschichtete Walzen, Raupenkettens-Bandagen, Schwingmetallteile oder Brückenlager ist so aufgebaut, daß hartelastische Körper kleiner Abmessung von metallischer oder metall- oder gesteinsähnlicher Beschaffenheit durch chemische Bindemittel statistisch verteilt oder auch exakt positioniert in die gummielastische Funktionsschicht des Formkörpers eingebunden sind. Entsprechend der Verteilung und Anordnung der Körper in der Matrix wird allgemein oder partiell eine deutliche Erhöhung des (dynamischen) Elastizitäts-Moduls und damit der spezifischen Flächenbelastung erreicht, so daß z. B. bessere Abquetschleistungen bei Walzen erzielt werden oder höhere (Prah-)Kräfte übertragen oder auf bestimmte Regionen geleitet werden können.

DE 3725742 A1

1. Elastomerbeschichteter Formkörper für hohe elastische (dynamische) Beanspruchung wie elastomerbeschichtete Walzen, Vollgummi-Reifen oder Vollgummi-Räder, Raupenkettenglieder, Schwingmetallteile oder Brückenlager, dadurch gekennzeichnet, daß die Funktionsschicht besteht aus einer gummielastischen Matrix mit niedrigem Elastizitätsmodul (E-Modul) von 1×10^{-1} bis 1×10^3 N/mm², bevorzugt zwischen 1×10^0 und 1×10^2 N/mm², in die durch chemische Bindung fest eingebunden sind, kleine, in jeder Dimension etwa gleichgroße hartelastische Körper in einer Größe zwischen 0,9 und 20 mm in der größten Dimension, bevorzugt zwischen 3 und 8 mm, und einem hohen E-Modul größer als 1×10^4 N/mm², bevorzugt größer als 1×10^5 N/mm².
2. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die kompakte gummielastische Matrix besteht aus einer üblichen vulkanisierten Elastomermischung auf Basis zähplastischer Elastomere wie z. B. Naturkautschuk, Polyisopren-Kautschuk, Styrol-Butadien-Kautschuk, Chloropren-Kautschuk, Nitril-Butadien-Kautschuk, Äthylen-Propylen-Kautschuk, Äthylen-Propylen-Dien-Kautschuk, (Fluor)-Silikon-Kautschuk, Äthylen-Vinylacetat-Kautschuk, Chlorpolyäthylen-Kautschuk, Acrylat-Kautschuk, Kautschuk auf Basis von chloresulfoniertem Polyäthylen oder Verschnitten hieraus.
3. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die poröse gummielastische Matrix besteht aus üblichen, porös vulkanisierten Elastomermischungen auf Basis an sich zähplastischer Elastomere, wie z. B. Naturkautschuk, Polyisopren-Kautschuk, Polybutadien-Kautschuk, Styrol-Butadien-Kautschuk, Äthylen-Propylen-Dien-Kautschuk, Chloropren-Kautschuk und anderen oder Gemischen hieraus.
4. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die kompakte oder die poröse gummielastische Matrix besteht aus üblichen gießfähigen und vernetzten Elastomermischungen auf Basis von z. B. depolymerisiertem Naturkautschuk, niedermolekularem Styrol-Butadien- oder Nitril-Butadien-Kautschuk, flüssigem Silikon-Kautschuk, Polyvinylchlorid-Plastisolen, flüssigem Chlorbutadien-Kautschuk, flüssigen Polybutadienen mit reaktiven Gruppen, Polyurethanen oder anderen oder Gemischen hiervon.
5. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper bestehen aus Metallen wie z. B. Aluminium, Blei, Zink, Molybdän, Nickel, Stahl oder vergütetem Stahl oder Legierungen von verschiedenen Metallen untereinander wie z. B. Messing, Wood'sches Metall oder Bronze oder andere.
6. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper bestehen aus natürlichen Gesteinen oder Mineralien wie z. B. Magmagessteinen wie Basalt, Granit, Gabbro, Diorit, Trachyt, Syenit oder Kieselsteinen und Feldspaten oder ihren Gemischen.
7. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper bestehen aus natürlichen oder synthetischen Siliziumoxid-Verbindungen wie z. B. Olivin, Steatit, Quarz, Gläser, Obsidian, Perlit, Epidot oder Beryll oder Gemischen hiervon.
8. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper bestehen aus natürlichen oder synthetischen Metalloxiden oder Metalloxydhydraten wie z. B. Chromoxid, Zirkonoxid, Bauxit, Aluminiumoxid, Aluminiumoxydhydrat oder Gemischen hiervon.
9. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper bestehen aus natürlichen oder synthetischen anorganischen Kohlenstoff- oder Stickstoff-Verbindungen wie z. B. Diamant, Wolframcarbid, Siliziumcarbid, Borcarbid oder Bornitrid.
10. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–4, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper bestehen aus unverstärkten oder verstärkten Polymeren oder Reaktionsharzen mit einem E-Modul über 1×10^4 N/mm², wie z. B. Phenoplaste, Epoxidharze, Polyurethane, Polyamide, Polyimide, Fluorpolymere oder Polycarbonate.
11. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–10, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper in ihren Umrissen ähnlich sind geometrischen Körpern, bei denen alle 3 Dimensionen nahezu dem Verhältnis 1 : 1 : 1 entsprechen, jedoch das Verhältnis 1 : 2 : 2 nicht überschreiten.
12. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–11, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper geometrische Formen besitzen oder ihnen ähneln, wie z. B. Würfel, Kegel, Kugel, Pyramide, Zylinder, Prisma, Eiform oder Polyeder oder hiervon abgeleitete Kombinationen.
13. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–12, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper in der Funktionsschicht eine Flächendeckung haben zwischen 95 bis 40 Prozent, häufig zwischen 90 bis 55 Prozent, bevorzugt zwischen 92 und 75 Prozent.
14. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–13, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper in präzise geometrischer Form eingebunden sind, wie z. B. absolut achsparallel oder unter einem bestimmten Winkel zur Achse, wie z. B. 30°, 45° oder 90° oder in gemischten Anordnungen hiervon.
15. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–13, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper zwar statistisch gleichmäßig, aber doch ungeordnet in derselben Ebene in die Matrix der Funktionsschicht eingebunden sind.
16. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–13, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper in Form bestimmter Konturen, Abbildungen oder Umrissen in die Matrix der Funktionsschicht eingebunden sind.
17. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1–16, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper exakt in einer Ebene so in die Matrix eingebunden sind, daß sie frei oder teilweise frei in der Funktionsschicht des elastomerbeschichteten Formkörpers liegen.

18. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1 — 16, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper exakt so in einer Ebene in die Matrix eingebunden sind, daß sie 0,5 bis 15 mm, überwiegend 0,8 bis 10 mm, bevorzugt 1 bis 5 mm unter der Oberfläche in der Funktionsschicht liegen.

19. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1 — 16, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper statistisch gleichmäßig, aber ungeordnet oder aber völlig ungeordnet in der Matrix der Funktionsschicht verteilt sind.

20. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1 — 19, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper in unterschiedlicher Größe (Abmessung) in die Matrix der Funktionsschicht eingebunden werden.

21. Elastomerbeschichteter Formkörper nach Anspruch 1 — 20, dadurch gekennzeichnet, daß die hartelastischen Körper mit unterschiedlichen Formen in die Matrix der Funktionsschicht eingebunden werden.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft elastomerbeschichtete Formkörper für hohe elastische (dynamische) Beanspruchungen, die sowohl in Preßformung, Gießformung als auch in Freihandfertigung hergestellt werden können.

Die einfachste Form der Anwendung sind Gummi/Substrat-Verbindungen, i. a. Gummi/Metall-Verbindungen wie Gummifedern, Schwingmetall oder z. B. Brückenlager. Hier kann im Extremfall der hartelastische Körper gleichzeitig Beschichtungsträger sein, so daß z. B. statt eines Lamellenaufbaues erfindungsgemäß hartelastische Körper in einer Vielzahl kleinster Schwingelemente die Lamellenfunktion übernehmen.

Alle technischen Anwendungen von elastomeren Formkörpern, die unter Betriebsbedingungen höchsten Belastungen — oft gemeinsam mit schnellen Lastwechselbeanspruchungen — ausgesetzt werden, können entsprechend dem Erfindungsgedanken vorteilhaft konstruiert und aufgebaut werden, da Aufbau- und Wirkungsprinzip sich in jedem Falle gleichsinnig auswirken.

Der komplizierteste elastomerbeschichtete Körper hinsichtlich Aufbau und insbesondere Anwendung ist die elastomerbeschichtete Walze. An ihr wird deshalb der Erfindungsgedanke ausführlich beschrieben.

Lauf- oder Vollgummireifen sind durch eine solche Beschreibung eingeschlossen, wenn man diese als Walze mit sehr kurzer Bezugslänge (Bezugsbreite) betrachtet. Genauso ist eingeschlossen die (Rad)Bandage von Raupenfahrzeugen (Gleiskettenpolster), wenn man das einzelne Polsterelement als Segment aus einem Vollgummirad betrachtet.

Die Grundlagen der Erfindung werden beispielhaft beschrieben an elastomerbeschichteten Walzen für Arbeitspositionen wie Pressen, Drücken, Abquetschen, Einziehen, Transportieren, Zentrieren, Umlenken odgl. von laufenden Textil-, Papier-, Metallblech-, Kunststoff- oder anderen Bahnen.

In der industriellen Praxis werden für diese Arbeitspositionen elastomerbeschichtete Walzen auf Basis normaler Elastomermischungen eingesetzt. Diese Walzen bestehen üblicherweise aus einem Metallkern, auf den über eine Bindschicht eine vulkanisierte Elastomerschicht gleichmäßiger Dicke gebunden ist. Die Härte dieser Schicht — i. a. gemessen nach Shore (DIN 53 505) oder Pusey & Jones (ASTM — D 531 — 49) — und ihre Dicke werden nach der Arbeitsfunktion ausgewählt. Hierbei müssen konträre Forderungen abgedeckt werden. Einmal soll die Elastomerschicht die anlagebedingten (Toleranzen) oder die vom bahnförmigen Material bedingten Unebenheiten (Knoten im Gewebe, Gewebekanten, Blechkanten, Siebkanten an Papiermaschinensieben) ausgleichen, wofür eine möglichst niedrige Härte (hohe Weichheit) günstig wäre. Zum anderen will man aber z. B. beim Drücken, Pressen oder Abquetschen einen möglichst hohen Auspreßeffekt erzielen. Hierfür wäre eine möglichst harte Mischungseinstellung richtig, denn unter sonst konstanten Bedingungen (Durchmesser der Walzen, Druck im Preß-System) ergibt die Elastomerschicht mit der höchsten Härte die geringste Verformung, damit die geringste Berührungsfläche (Nip) zur Gegenwalze, damit den höchsten spezifischen Flächendruck und damit den höchsten Abquetscheffekt. Die weichste Walze ergibt den breitesten Nip, damit den niedrigsten spezifischen Flächendruck (bei konstantem Liniendruck) und damit die niedrigste Abquetschleistung. Wegen der zuvor geschilderten Probleme sind in der Praxis Walzenbezüge immer weicher eingestellt als es für die Abquetschleistung wünschenswert wäre.

Ein Elastomerbezug wird unter der Druckbelastung im Walzenspalt entsprechend seiner Weichheit (oder Härte) verformt, und zwar sowohl in Arbeitsrichtung, als auch entgegengesetzt zur Arbeitsrichtung. Jedes Gummielement wird deshalb beim Durchtritt durch den Walzenspalt aus dem nach rückwärts gerichteten Dehnungszustand in den nach vorwärts gerichteten Dehnungszustand beschleunigt. Dieser Zwangsschlupf ist die Ursache für den meist hohen Abrieb, den die Walzen in der Praxis erleiden, insbesondere, wenn den Verschleiß verstärkende Bedingungen hinzukommen, wie z. B. Siebkanten an Sieben in Papiermaschinen bei Brustwalzen oder Leitwalzen.

Eine andere Schwäche herkömmlicher Walzen liegt darin, daß durch den Zwangsschlupf eine Glättung der Oberfläche erzeugt wird, wodurch die Mitnahmeeigenschaften (Zugwirkung der Walze) deutlich abfallen können, wie z. B. bei Umlenkrollen in Schlingentürmen der Metallbandverarbeitung.

Diesen Nachteil hat man dadurch zu beseitigen versucht, daß sogen. rauhbleibende Qualitäten entwickelt wurden. Es handelt sich hierbei um Elastomermischungen mit groberen Beimengungen mit einer Korngröße, die i. a. 0,5 mm nicht übersteigt. Diese Beimengungen sind ungebunden in der Mischung verteilt und fallen heraus, wenn sie freigelegt werden. Die Walzenoberfläche erhält so feinste Löcher, die sich durch das Herausfallen weiterer Teilchen laufend erneuern.

Eine Elastomermischung üblicher Zusammensetzung enthält u. a. sogen. Füllstoffe, die üblicherweise einen Teilchendurchmesser von 0,05 mm oder weniger haben, um ein homogenes Gemisch herstellen zu können. Grobpartikel werden üblicherweise als Verunreinigung und als störend angesehen, weil sie das physikalische Niveau eines Elastomervulkanisates sehr ungünstig beeinflussen. Zur Erzielung bestimmter technischer

Effekte kann man nun Fasern in eine Elastomermischung einmischen, i. a. haben diese eine Länge von einigen Zehnteln bis zu etwa 2 mm bei einer Faserdicke von wenigen μm . Auch die Beimischung von sogen. Strahlkugeln allein mit einer Teilchengröße von 0,05 bis 0,15 mm oder im Gemisch mit Fasern wird angewendet. Beide Zusätze werden nicht eingebunden und führen zu einer speziellen, sich stets erneuernden Oberfläche, wie sie z. B. für sogen. Strukturwalzen in Schlichtemaschinen in der Textilindustrie gewünscht wird. Im Falle der vorstehend schon angeführten sogen. rauhbleibenden Qualitäten arbeitet man mit den selben Materialien in den angegebenen Teilchengrößen und/oder mit nicht eingebundenen Quarzsandsiebfraktionen. Auch deren Korngröße liegt i. a. unter 0,15 mm, in Ausnahmefällen bei 0,2 mm. Diese Maßnahmen wirken zwar verbessernd auf die Konstanz der Mitnahmeigenschaften über längere Betriebszeiten, doch wird dies zwangsläufig nur erreicht zu Lasten eines deutlich erhöhten Verschleißes wegen des dauernden Abstoßens (Herauslösens) der Material-Teilchen.

Ein weiterer Nachteil der herkömmlichen Walzen, die aus den geschilderten Gründen meistens mit einer zu geringen Härte (zu hohen Weichheit) für die Arbeitsfunktion ausgerüstet und deshalb stärkeren Verformungen (Einfederungen) unterworfen sind als erwünscht, ist ihre hohe Selbsterwärmung infolge ihres Hysteresisanteils (Heat build up). Dies kann im ungünstigsten Fall zur Selbstzerstörung der Elastomerschicht führen. Es ist bekannt, daß Kautschukmischungen hoher Härte nur über ungenügende elastische Eigenschaften verfügen. Dies ist bedingt durch die Maßnahmen am Rezepturaufbau, die erforderlich sind, um Vulkanisate hoher Härte einzustellen. Solche Maßnahmen sind der Einbau von härtenden Harzen und/oder eine sehr hohe Füllstoffdosierung und/oder sehr hohe Schwefelmengen.

Aufgabe der Erfindung ist deshalb die Entwicklung einer Walze für die anfangs angegebenen Arbeitspositionen die sowohl einen hohen Abquetscheffekt durch eine möglichst sehr schmale Berührungsfläche im Walzenspalt (Nip) als auch eine hohe Verschleißfestigkeit hat und gleichzeitig ein den Anforderungen voll genügendes elastisches Ausgleichsvermögen aufweist.

Gegenstand der Erfindung ist eine elastomerbeschichtete Walze, deren Funktionsschicht besteht aus einer gummielastischen Matrix mit einem niedrigen E-Modul, in die durch chemische Bindung fest eingebunden sind kleine, in jeder Dimension etwa gleichgroße, hartelastische Körper mit einem hohen bis sehr hohen E-Modul. Mit dieser Lösung ist der Vorteil verbunden, daß die kleinen, hartelastischen Körper die Druckübertragung bewirken und den Verschleiß reduzieren, während die weichelastische Matrix die Verformungsvorgänge korrigierend und ausgleichend aufnehmen kann. Während eine übliche Elastomermischung nach dem Stand der Technik isotropen Charakter hat, wird gemäß der Erfindung der Charakter dahingehend verändert, daß ein deutlich anisotropes Verhalten eingestellt werden kann und zwar gezielt derart, wie es für bestimmte Verfahrensabläufe am vorteilhaftesten ist.

Der erfindungsgemäße Aufbau hat darüberhinaus den zusätzlichen Effekt, daß ein Rißwachstum z. B. nach Schnittverletzungen durch die eingebundenen hartelastischen Körper blockiert wird. Walzen gemäß der Lehre der Erfindung besitzen deshalb eine deutlich überlegene Schnitt- und Kerbfestigkeit gegenüber Walzen nach dem Stand der Technik, wie sie z. B. als Treiber an Blechscheren eingesetzt werden.

Die erfindungsgemäße Walze kann durch geeignete Aufbaumaßnahmen in ihrer Funktionsschicht dem jeweiligen Arbeitsprozeß so angepaßt werden, daß die günstigsten Bedingungen erzielt werden. Die Wirkung und das Leistungsvermögen der Erfindung läßt sich am besten verstehen und erkennen, wenn man sich die Funktionsschicht aufgebaut denkt aus zahlreichen kleinsten Elementen hartelastischer Bereich/weichelastischer Bereich/hartelastischer Bereich. Jedes dieser Elemente entspricht damit in seiner Wirkung einem kleinsten Gummi-Metall-Federelement. Die Vorteile der Erfindung resultieren aus der gezielt steuerbaren Anordnung, Aneinanderreihung oder Kopplung dieser Federelemente, deren gegenseitige Bindung bis zur engsten Vermaschung gehen kann.

Die erfindungsgemäße Walze hat darüberhinaus einen besonderen mechanischen und dynamischen Effekt, der sich durch geeignete Auswahl in der Größe der hartelastischen Körper kombiniert mit der Häufigkeit dieser Körper in der weichelastischen Matrix und kombiniert mit der Anordnung dieser Körper in der Matrix beeinflussen läßt. Durch geeignete Anordnung und Häufigkeit lassen sich die Dehnungsvorgänge, insbesondere aber auch die Dehnungsrichtung wesentlich beeinflussen. Bei geordneter und lockerer oder sehr lockerer Anordnung der hartelastischen Körper in einer Richtung kombiniert mit einer geordneten aber dichten bis sehr dichten Anordnung in der um 90° versetzten Richtung ergibt sich eine Funktionsschicht, die in der zuletzt beschriebenen Richtung sich sehr starr verhält, während sie in der zuerst beschriebenen Richtung deutlich dehnungsfähiger ist. Durch Kombination einer solchen Anordnung mehrfach in derselben Oberfläche kann man werkzeugähnliche Effekte erzeugen. Läßt man z. B. auf dem Umfang der Walze in axialer Anordnung dehnungslose mit dehnungsreichen Abschnitten sich abwechseln, können auf diese Art und Weise Kräuselungen an einer Kunststoff- oder Papierbahn erzeugt werden. In entsprechender Weise läßt sich vorteilhaft eine selbstzentrierende Walze herstellen. Hierbei baut man engbegrenzte und dehnungsarme radiale Ringe aus hartelastischen Körpern auf, zwischen denen frei dehnbare ringförmige Bezirke angebracht sind. Es ergibt sich hierbei ein selbstzentrierender Effekt für eine Warenbahn, der in seiner Wirkung einer Lamellenanordnung entspricht, wie sie z. B. als Lorig-Aligner-Walze bekannt ist.

Die Erfindung gestattet es, ausgehend von ein und derselben Gummimischung für ein bestimmtes Fertigungsverfahren, z. B. Pressen oder Abquetschen, eine Walze herzustellen, die in ihrem Verformungsverhalten (Nip) dem Arbeitsprozeß optimal angepaßt ist. Durch Auswahl in Größe, Packungsdichte und Wahl der Anordnung der hartelastischen Körper läßt sich die Nip-Breite (bei sonst konstanten Bedingungen) beeinflussen. Die extremen Möglichkeiten sind die Walzenbeschichtung ohne Einbindung von hartelastischen Körpern mit einem sehr breiten Nip einerseits und die dichtgepackte Funktionsschicht mit einem sehr schmalen Nip. Dieser Zustand läßt sich aufgrund des theoretischen Ansatzes von Hertz beispielhaft berechnen.

Formel nach HERTZ

$$2a = 2 \cdot \sqrt{\frac{4 \cdot P \cdot R^*}{\pi \cdot L} \left(\frac{1-\nu_1^2}{E_1} + \frac{1-\nu_2^2}{E_2} \right)}$$

aus M. GLÜCK "Untersuchung des Rollverhaltens von Mehrwalzen-Systemen unter Einbeziehung einer visko-elastischen Walze".

Institutsbericht 1/1976, Seite 74, aus dem Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren an der Techn. Hochschule Darmstadt.

Es bedeuten:

- a = halbe Nip-Breite in cm
 P = Anpreßkraft in kp
 L = Walzenbezugslänge in cm
 R^* = "mittlerer Radius"

$$\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \text{ in cm}$$

- E_1 u. E_2 = E-Moduli der Werkstoffe an beiden Walzen in kp/cm²
 ν_1 u. ν_2 = Poisson'sche Zahl der Werkstoffe.

In der Tabelle bedeuten zusätzlich:

- A = Anteil der hartelastischen Körper in der Funktionsschicht (Flächendeckung) in %
 \bar{E}_s = scheinbarer E-Modul

Die Tabellenwerte wurden berechnet für 2 Walzen, Gummi gegen Stahl laufend, beide Walzen mit einem Durchmesser von 600 mm. Die angenommene Linienlast beträgt 100 N/mm²

E	\bar{E}_s	A	ν	$2a$
100		0	0,5	10,7
500		0	0,5	4,8
900		0	0,5	3,6
	5 000	50	0,4	1,6
	40 000	70	0,35	0,6
	80 000	90	0,3	0,5
200 000		Metall	0,2	0,4

Die Tabelle — berechnet auf dem theoretischen Ansatz von HERTZ — zeigt, wie stark sich bei der erfindungsgemäßen Walze der Nip bereits dem Nip reiner Stahlwalzen bezogen auf die Nipbreite annähert.

Der Vorteil der Erfindung liegt aber vor allem auch darin, daß als Basis eine Gummiqualität für die Matrix gewählt werden kann, die ohne den erfindungsgemäßen Aufbau unter den vorgegebenen Arbeitsbedingungen (Last und Geschwindigkeit) dynamisch zerstört würde, während die Walze nach der Erfindung infolge des deutlich kürzeren Verformungsweges im Nip den Belastungen standhalten wird, zumal sie zusätzlich eine verbesserte Wärmeableitung durch ihre hartelastischen Körper gewährleistet. Die ausgewählte Qualität kann z. B. weicher sein, als man sie bei einem Normalaufbau der Walze wählen würde. Dies hat den Vorteil, daß man eine Qualität mit einem besseren physikalischen Niveau und besseren dynamischen Eigenschaften einsetzen kann.

Vorteilhaft kann es sein, die hartelastischen Körper in der Funktionsschicht zu plazieren, weil sie hierbei neben dem mechanisch-dynamischen Effekt der Federelemente gleichzeitig ihre materialspezifischen Eigenschaften zusätzlich wirksam werden lassen. Diese Eigenschaften können überwiegend physikalischer Natur sein, wie z. B. Verschleißfestigkeit, Druckstandfestigkeit oder auch Reibbeiwert wie dies z. B. bei zahlreichen Metalle-carbiden, Bornitrid, (technischen) Diamanten und keramischen Metalloxiden der Fall ist. Walzen mit solchen Oberflächen der Funktionsschicht sind hervorragend geeignet für Antriebswalzen, Umlenkwalzen oder Spannwalzen bei z. B. Transportbändern. Ihr Verschleißwiderstand ist dem herkömmlicher Walzen um ein Vielfaches überlegen.

Die zusätzlichen Eigenschaften der hartelastischen Körper in der Oberfläche der Funktionsschicht können aber auch chemischer Natur sein und können gezielt eingesetzt werden. Die hartelastischen Körper können mittels ihrer freiliegenden Oberfläche z. B. dann bestimmte Übertragungsprozesse günstig beeinflussen, wenn sie affin zum übertragenden Medium sind. So übertragen z. B. hydrophile Aluminiumoxid-Oberflächen besonders gut Wasser oder wäßrige Medien. Insofern nutzt die erfindungsgemäße Walze das chemisch bedingte Verhalten von Flüssigkeiten und hierauf abgestimmte Oberflächen von Walzen, wie es in DP 24 33 749 ausführlich beschrieben ist, wobei sie sich in ihrem Aufbau jedoch wesentlich unterscheidet.

Es kann aber auch genau das Entgegengesetzte erreicht werden, nämlich eine hohe abweisende Wirkung, wie sie z. B. während der Blattbildung in einer Papiermaschine erwünscht ist. Durch Einbau hartelastischer Körper mit oleophiler Oberfläche wird der gewünschte Abstoßeffect erzielt. Durch Kombination oleophiler und hydro-

philer hartelastischer Körper in der Oberfläche der Funktionsschicht der Walze kann gezielte Wirkung für bestimmte Papiersorten entsprechend deren Aufbau erreicht werden. Ähnliche Effekte, die man z. B. auch als "quick-release-Effekt" bezeichnet, sind bei Walzen für Kaschieranlagen, Folienanlagen und bei Druckvorgängen erwünscht.

5 Mit einer Walze gemäß der Erfindung kann durch geeignete Form der hartelastischen Körper, z. B. Zylinder, die in der Oberfläche positioniert werden oder sogar über diese hinausragen, erreicht werden, daß ein Drainageeffekt für Flüssigkeiten zwischen den hartelastischen Körpern bewirkt wird. Eine solche Oberfläche kann vorteilhaft sein, wenn große Flüssigkeitsmengen bei Abquetschprozessen abgeleitet werden müssen. Ein entsprechender Aufbau ist auch für Kontaktwalzen vorteilhaft. Bei Walzen nach dem Stand der Technik werden für die angegebenen Zwecke nachträglich Nuten oder ähnliches in die Oberfläche eingeschliften oder gefräst.

10 Es kann aber auch sehr vorteilhaft sein, die hartelastischen Körper exakt in einer Ebene, aber unterhalb der Oberfläche in der Matrix der Funktionsschicht anzuordnen und einzubinden. So kann durch gezielte Anordnung einer dichten Lage hartelastischer Körper in einer Kreisebene über einem weichelastischen Unterbau, aber einige Millimeter unterhalb der Arbeitsoberfläche der Funktionsschicht eine Stabilisierung des Gefüges erreicht werden, die etwa einer steifen Manschette entspricht. Diese Manschette kann nun bei Einwirkung von Kräften durch oszillierende Bewegung ausweichen, ohne daß die Geometrie praktisch geändert wird. Die erfindungsgemäße Walze besteht i. a. aus einem elastomeren Unterbau, auf dem die Funktionsschicht fest verbunden aufgebracht ist. Unterbau und weichelastische Matrix der Funktionsschicht der Walze können, müssen aber nicht aus ein und derselben Elastomerqualität bestehen. Es kann z. B. eine sehr weiche (auch poröse) Qualität von z. B. 30–40 Shore A für den Unterbau kombiniert werden mit einer Qualität von 65 Shore A oder härter für die Matrix der Funktionsschicht. Hierfür können übliche Elastomermischungen eingesetzt werden, deren Herstellung und Verarbeitung nach üblichen Methoden erfolgen kann.

Die hartelastischen Körper würde man nach allgemeinem Sprachgebrauch als unelastische Körper bezeichnen, weil sie kein gummielastisches Verhalten zeigen und starr wirken. Physikalisch wird dieser Zustand mit dem E-Modul beschrieben, der in diesem Falle höher als $1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ sein soll. Materialien dieser Beschreibung sind sehr hart, z. B. Metalle, Gesteine, Eruptivgesteine, Metalloxide und Metalloxydhydrate, anorganische Kohlenstoffverbindungen, aber auch nicht verstärkte und verstärkte Polymere und Reaktionsharze. Die Materialbasis der hartelastischen Körper kann natürlichen Ursprungs sein, was oft preisliche Vorteile hat, sie können aber auch synthetischer Herkunft sein, wie z. B. aus Sinterprozessen oder Polymerreaktionen.

30 Diese hartelastischen Körper mit einem E-Modul größer als $1 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$, bevorzugt größer als $1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ sind von der geometrischen Form her i. a. einfache geometrische Körper oder einfachen geometrischen Körpern ähnlich. Dabei sind die 3 Dimensionen etwa gleich groß, sollten jedoch maximal das Verhältnis 1 : 2 : 2 nicht überschreiten. Als natürliche oder synthetische Körperformen treten z. B. auf: Würfel, Kegel, Kugel, Pyramide, Zylinder, Prisma, Eiform oder Polyeder oder hiervon abgeleitete Formen, die auch unregelmäßige Außenflächen besitzen können. Die Größe der hartelastischen Körper liegt zwischen 0,9 und 20 mm, vorzugsweise zwischen 3 und 8 mm. Diese Körper werden nach Säuberung der Oberflächen beschichtet mit Bindemitteln, wie sie in der Gummi- und Kunststoff-Industrie üblicherweise eingesetzt werden zur Bindung verschiedener Materialien. Dies sind z. B. chemische Bindemittel auf Basis von Isocyanaten, Epoxiden, Hämoglobin, chlorhaltigen Polymeren, multifunktionellen Titanverbindungen, multifunktionellen Siliziumverbindungen, Reaktionsharzen sowohl in Einsicht-, als auch in Mehrschichtsystemen. Durch die chemische Einbindung der hartelastischen Körper wird neben der Bildung von Hart- und Weich-Segmenten zusätzlich durch die chemische Reaktion eine höhere Vernetzungsdichte erzielt. Dies führt in Übereinstimmung mit der Erfahrung zu einer höheren Elastizität und einer größeren Verformungsteiligkeit oder einem höheren Druckmodul bereits in der Gummimischung der Matrix allein, was zu einer zusätzlichen Steigerung des angestrebten Effektes in der Funktionsschicht der Walze führt.

45 Die Herstellung einer Walze nach der Erfindung erfolgt bei zähplastischen Elastomermaterialien für den Unterbau nach bekannten Methoden: auf einen meist metallischen Walzenkern, mit oder ohne Zapfen, der durch geeignete bekannte Maßnahmen wie z. B. Sandstrahlen, Beizen oder Drehen und Schleifen für das Aufbringen des chemischen Bindesystems vorbereitet wurde, wird dieses nach üblichen Techniken aufgebracht. Übliche Bindungsarten sind die Hartgummi-Bindung oder die chemische Bindung. Hierauf wird in üblicher Weise der elastomere Unterbau aufgebracht, z. B. durch das Aufbügeln aus Kalandrierplatte oder aus Kalandrierplattenstreifen nach dem Verfahren von KNOTT (DP 17 29 706). Es ist auch üblich, eine solche elastomere Schicht durch Extrusionsvorgänge aufzubringen, sei es als Schlauchüberzug direkt auf den Kern im Querkopfextruder oder als separater Schlauch, der nachfolgend auf den Kern aufgezogen wird. Weitere Methoden bestehen darin, daß ein schmaler und flacher extrudierter Strang verwendet wird, der entweder durch Flachbelegen spiralförmig nebeneinander und wenn erforderlich, in mehreren Lagen übereinander mit einer mechanischen Hilfseinrichtung aufgewickelt wird, oder aber unter einem Winkel zur Kernoberfläche mehr stehend wendelförmig und sich überlappend ebenfalls mit einer Andrückvorrichtung aufgewickelt wird. Eine Beschreibung von Verfahren zur Walzenherstellung gibt: F. ZEPERNICK "Die Fertigung elastomerbeschichteter Walzen im Spiegel der Patentliteratur" in der Zeitschrift GUMMI ASBEST KUNSTSTOFFE, Jahrgang 33 (1980), Heft 6, S. 404 bis 409; Heft 7, S. 484–488 und Heft 9, S. 636–645. Nach Fertigstellung des Unterbaues kann dieser wenn erforderlich durch Rohschalen auf gewünschte geometrische Form und Maß gebracht werden.

60 Anschließend wird die Funktionsschicht hergestellt. Dies kann nach denselben Techniken geschehen wie beim Unterbau. Es ist lediglich durch geeignete Maßnahmen wie Netzgitter, Lochschablonen, Distanzhalterungen oder Sandwichaufbau dafür Sorge zu tragen, daß die hartelastischen Körper definierte Positionen einnehmen. Nach Positionierung der hartelastischen Körper und evtl. Fertigstellung der Funktionsschicht wird der Walzenrohling für die Vulkanisation vorbereitet, z. B. bandagiert und anschließend vulkanisiert. Die abgekühlte, vulkanisierte Walze wird dann i. a. einer abschließenden spanenden Oberflächenbearbeitung unterzogen.

Es kann auch vorteilhaft sein, die Herstellung in 2 oder mehreren Stufen vorzunehmen, wobei z. B. nach Konfektion des Unterbaus bereits vulkanisiert wird. Es wird dann die geometrische Form durch spanende Bearbeitung exakt hergestellt. Auf diesem geometrisch exakten Unterbau läßt sich nunmehr die Funktionsschicht mit äußerst präzise positionierten hartelastischen Körpern aufbauen. Die Maßnahmen zur Verbindung des vulkanisierten Unterbaues mit der Rohmischung der Matrix der Funktionsschicht sind allgemein bekannt. Auch für die Verbindung von Elastomerschichten mit Schichten aus gießfähigen Polymeren gibt es Methoden.

Es kann auch vorteilhaft sein, auf den Unterbau zu verzichten. In diesem Falle besteht die elastomere Beschichtung nur aus der Funktionsschicht, die in beschriebener Weise aufgebracht werden kann.

Bei der Verarbeitung gießfähiger Elastomere zu dem gewünschten Aufbau werden die in der Technik bekannten Methoden eingesetzt. Es ist lediglich dafür Sorge zu tragen, daß die hartelastischen Körper durch geeignete Maßnahmen definiert positioniert werden. Das kann für eine Anordnung in der Oberfläche z. B. dadurch erreicht werden, daß man die Körper vor dem Gießprozeß an der Wandung der äußeren Form anheftet und den Zwischenraum zwischen Walzenkern und Körper/Form ausgießt. Es ist aber auch hier für eine exakte Positionierung oder für eine Positionierung unterhalb der Arbeitsoberfläche der Funktionsschicht technisch sinnvoll, zuerst einen Unterbau nach bekannter Technik zu gießen und auf diesen nach exakter Positionierung der hartelastischen Körper durch geeignete Hilfsmittel (Luxschablonen, Netzgitter u.a.) in einem zweiten Arbeitsgang oder auch mehreren die elastomere Matrix der Funktionsschicht aufzubringen. Die angeführten Herstellungsverfahren sind beispielhaft. Auch für die Herstellung der Funktionsschicht gemäß der Erfindung gibt die allgemeine technische Regel, daß Abwandlungen oder Kombinationen der oder des Herstellungsverfahrens entsprechend dem Stand der Technik einsetzbar sind.

In den Zeichnungen sind mehrere Ausführungsformen wiedergegeben, und zwar zeigt

Fig. 1 eine Walze in perspektivischer Darstellung.

Fig. 2 einen Querschnitt hieraus vergrößert, der den Aufbau zeigt.

Fig. 3 ein Teilstück der Walze in natürlicher Größe als Querschnittszeichnung mit Unterbau, Funktionsschicht und hartelastischen Körpern.

Fig. 4 bis Fig. 12 mögliche Formen des hartelastischen Körpers in perspektivischer Darstellung.

Fig. 13 bis Fig. 16 weitere mögliche Formen des hartelastischen Körpers im Querschnitt.

Fig. 17 bis Fig. 19 weitere mögliche Formen des hartelastischen Körpers.

Für alle folgenden Zeichnungen wurde zur Darstellung des hartelastischen Körpers aus Vereinfachungsgründen der Kreis gewählt. Er steht symbolhaft für die möglichen Formen des hartelastischen Körpers. Es zeigt

Fig. 20 bis Fig. 24 im Querschnitt Ausführungsbeispiele für verschiedene Anordnungen des hartelastischen Körpers auf bestimmten Kreisebenen.

Fig. 25 eine lockere Anordnung der hartelastischen Körper in einer Kreisebene.

Fig. 26 im Querschnitt eine ungeordnete Verteilung der hartelastischen Körper auf alle Kreisebenen.

Fig. 27 im Querschnitt einen exakt geordneten Aufbau mit definierten Abständen in jeder Ebene und versetzten Positionen im Umfang in der einzelnen Ebene.

Fig. 28 bis Fig. 31 Beispiele von Ausführungen schematisch an kleinen Ausschnitten. Für alle Figuren gilt, daß die Walzenachse von links nach rechts liegt und alle Darstellungen sowohl eine Position der hartelastischen Körper in der Oberfläche darstellen, als auch die Darstellung von Anordnungen in tieferen Ebenen sind.

In Fig. 30 und 31 sind die geometrisch und mit unterschiedlichen Zonen positionierten hartelastischen Körper vereinfachend als Punkte dargestellt.

Die zeichnerische Wiedergabe des Erfindungsgegenstandes ist auf die zum Verständnis der Erfindung notwendigen Teile beschränkt.

Der in Fig. 1 dargestellte Walzenkörper besteht aus einem Walzenkern (1) mit Zapfen (2, 3) zum Einspannen. Auf dem Kern befindet sich eine Bindeschicht (4), die die Aufgabe hat, den weichelastischen Unterbau (5) mit dem Kern (1) fest zu verbinden. Auf den Unterbau (5) ist die Funktionsschicht (6) angebracht, in deren Matrix die hartelastischen Körper (7) chemisch fest eingebunden sind.

In Fig. 2 ist der Aufbau der Walze vergrößert im Querschnitt noch einmal dargestellt und zeigt den konzentrischen Aufbau der Walze. Auf dem Walzenkern (1) ist mittels der Bindeschicht (4) der weichelastische Unterbau (5), über dem die Funktionsschicht (6) angebracht ist.

Fig. 3 stellt ein Teilstück der Walze in natürlicher Größe als Querschnittszeichnung dar. Über dem weichelastischen Unterbau (5) ist die Funktionsschicht (6) angebracht, in deren Matrix die hartelastischen Körper (7) dicht unterhalb der Arbeitsoberfläche chemisch eingebunden sind. Die hartelastischen Körper (7) in Kugelform von 7 mm Durchmesser ergeben in dieser Ausführung eine Flächendeckung von 80 Prozent.

Fig. 4 bis Fig. 12 zeigen Formen des hartelastischen Körpers, wie sie verwendet werden, in perspektivischer Darstellung, und zwar:

Fig. 4 = Kegel

Fig. 5 = Kegelstumpf

Fig. 6 = Kugel

Fig. 7 = Kugelzone

Fig. 8 = Zylinder

Fig. 9 = schiefer Zylinder

Fig. 10 = Pyramide

Fig. 11 = Pyramidenstumpf

Fig. 12 = Quader

Fig. 13 bis Fig. 16 zeigen weitere einsetzbare Formen des hartelastischen Körpers im Querschnitt, und zwar:

Fig. 13 = eiförmiger Körper

Fig. 14 = tropfenförmiger Körper

Fig. 15 = abgeplatteter Tropfen

Fig. 16 = Prisma

Fig. 17 bis Fig. 19 zeigen einsetzbare Formen des hartelastischen Körpers, wie sie vor allem bei natürlichen Materialien, wie z. B. Gesteinen, Quarz oder Kieseln auftreten können. Auch Körper, die aus gemahlene hartelastischen Materialien durch klassierende Siebung abgetrennt wurden, haben diese unregelmäßige Form. Die dargestellten Formen sind nur beispielhaft aus einer Vielzahl von unregelmäßigen Körperformen ausgewählt.

In Fig. 20 ist dargestellt die Positionierung der hartelastischen Körper (7) in dichtester Anordnung von 95% Flächendeckung in einer Kreisebene unterhalb der Arbeitsoberfläche (8) innerhalb der Matrix der Funktionsschicht (6), die auf den Unterbau (5) aufgebracht ist. Die dichte Lagerung der hartelastischen Körper (7) in einer Ebene wirkt wie eine Manschette. Diese kann einwirkende Kräfte durch oszillierende Bewegung ausfedern. Eine solche Kombination ist vorteilhaft für z. B. Vibrationswalzen zur Verdichtung von Straßenbelägen. In dem Falle wird eine hochwertige Gummimischung auf Basis Styrol-Butadien-Kautschuk mit einer Härte von 65 Shore A verwendet für die Matrix der Funktionsschicht (6). Der Unterbau (5) kann in diesem Falle aus derselben Gummimischung aufgebaut sein, so daß Unterbau (5) und Matrix der Funktionsschicht (6) einheitlich sind. Der hartelastische Körper (7) besteht hier vorteilhaft aus Kugeln, da diese eine große Bindeoberfläche zur Matrix anbieten und ohne Kanten sind und so die Drücke und Stöße unbeschadet aufnehmen. Auch das Weiterreißen von Schnittverletzungen in der Arbeitsoberfläche (8), die durch den Splitt des Straßenbelages entstehen können, wie durch die Anordnung der hartelastischen Körper (7) blockiert. In einer sehr wirtschaftlichen Ausführung werden als hartelastische Körper (7) mineralische Materialien wie Quarz, Basalt oder Kiesel eingesetzt. Es ist hier sinnvoll, diese Materialien durch geeignete Bearbeitungsvorgänge wie z. B. Rummeln von den scharfen Kanten zu befreien. Der Abschleifvorgang des Rummelns führt zu kugelförmigen oder tropfen- und ei-förmigen Körpern.

Die eindeutige Positionierung der hartelastischen Körper (7) bei dieser Ausführungsform wird erzielt, indem Unterbau (5) und Funktionsschicht (6) bis in die gewünschte Ebene aufgebaut werden. Eventuell wird die geometrische Form durch Rabschalen verbessert. Dann werden die hartelastischen Körper (7) mittels Netzgitterschablone positioniert und die restlichen Lagen der Funktionsschicht (6) über den Kugeln aufgebaut, meist mit Übermaß, das in einem Endbearbeitungsvorgang nach der Vulkanisation wieder spanend abgetragen wird. Dieser Ablauf entspricht normalen Fertigungsabläufen. Die Ausführung nach Fig. 20 kann auch zur Herstellung von Schlauchbezügen für Breistreckerwalzen vorteilhaft eingesetzt werden. Hierbei entfällt der Unterbau. Es wird auf einem Dorn ein Schlauch aus der Matrixmischung der Funktionsschicht (6) aufgebaut und die hartelastischen Körper (7) möglichst in den unteren Lagen angeordnet. Durch diese Manschette in den unteren Ebenen wird erreicht, daß sich der Schlauch bei hohen Geschwindigkeiten und entsprechenden Zentrifugalkräften nicht dehnt und damit nicht von der Breithalterachse abheben kann.

Fig. 21 zeigt eine andere Ausführung. Hier sind die hartelastischen Körper (7) in 2 versetzten Ebenen, jedoch relativ dicht zu einander angebracht. Diese Konstruktion bewirkt denselben Effekt wie Fig. 20, jedoch ist die Manschette beweglicher.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 22 liegen die hartelastischen Körper (7) unmittelbar unter der Arbeitsoberfläche und können deshalb Druck- und Preßvorgänge ohne große Dehnung und daher mit optimal schmalen Nip übertragen.

In Fig. 23 liegen die hartelastischen Körper (7) z. B. als Zylinder oder in Form der Kugelzone in der Oberfläche der Funktionsschicht. Sie können jetzt mit ihren eigenen Material-Eigenschaften wirksam werden. So können physikalische Eigenschaften wie Reibbeiwert, Verschleißfestigkeit oder elektrische Leitfähigkeit wirksam genutzt werden, im chemischen Sinne können z. B. hydrophile oder überhaupt affine Eigenschaften vorteilhaft eingesetzt werden.

Fig. 24 zeigt aus der Oberfläche der Funktionsschicht (6) herausstehende hartelastische Körper (7). Ein solcher Aufbau ist vorteilhaft zu verwenden, wenn Antriebs- oder Bremskräfte übertragen werden sollen. Die hartelastischen Körper (7) bestehen dann aus abriebfesten Materialien wie Metallcarbiden, Bornitrid oder gesinterten Metalloxiden. Hier ist es u.U. auch sinnvoll, Formen des hartelastischen Körpers einzusetzen, die hohe Griffkraft durch Kanten bewirken, wie z. B. Pyramide, Kegel, Prisma oder natürliche Formen.

Fig. 25 zeigt eine sehr locker gepackte Ausführungsform. Hierdurch werden die Dehnungsvorgänge in der Funktionsschicht (6) nur unerheblich beeinflusst. Fig. 26 gibt eine Darstellung, bei der verschieden große hartelastische Körper (7) verteilt über alle Ebenen der Funktionsschicht (6) eingebunden sind. Eine solche Anordnung führt zu einer Versteifung der gesamten Schicht, in der die hartelastischen Körper (7) außerdem das Rißwachstum bei Schnittverletzungen blockieren.

In Fig. 27 ist wiederum ein sehr exakter Aufbau dargestellt. Die hartelastischen Körper (7) sind einmal mit definierten Abständen gegeneinander exakt in einer Ebene eingebunden. In 3 Ebenen übereinander sind die Körper in Umfangsrichtung gegeneinander versetzt. Ein solcher Aufbau begünstigt den Dehnungsvorgang nach einer Seite, im Falle der Zeichnung nach rechts.

Fig. 28 zeigt an einem Ausschnitt mit Blick auf die Oberfläche (oder in einer Ebene darunter liegend) eine Ausführungsform, bei der die hartelastischen Körper (7) achsparallel in Kettenform mit größeren Abständen zwischen den Ketten in die Matrix der Funktionsschicht (6) eingebunden sind. Eine solche Anordnung bewirkt, daß dehnungsarme mit dehnungsreichen achsialen Bezirken abwechseln. Das führt zu einer Abwicklung der Walze, die einem Werkzeug entspricht, wie es für die Kräuselungen quer zur Warenbahn bei Folien oder Papier verwendet wird.

Fig. 29 zeigt in Aufsicht eine Verteilung der hartelastischen Körper (7) in der Funktionsschicht (6), wie sie Fig. 26 im Querschnitt zeigt.

Fig. 30 zeigt eine Ausführungsform, bei der zonenweise die hartelastischen Körper (7) in Reihen oder Ringen

radial in die Funktionsschicht (6) eingebunden sind. Zonen mit 4 Ringen zeigen einen höheren Versteifungseffekt als Zonen mit 3 Reihen u. v. Die geringste Versteifung liegt bei einem Ring. Da zwischen den versteiften Zonen die Gummimatrix dehnungsfähig bleibt, wirkt diese Walzenoberfläche so, als wenn sie in Lamellen aufgeteilt wäre. Hierbei wirken die Zonen mit 4 Ringen wie breite Lamellen, da sie reifer sind als Zonen mit 2 Ringen, die entsprechend wie eine dünnere Lamelle wirken. Werden auf einer solchen Walze z. B. Metallblechbahnen transportiert, bewirken die unterschiedlichen Rückstellkräfte der verstärkten Zonen immer eine Zentrierung des Bandes auf die Mitte der Walze hin, da die höheren Rückstellkräfte in den äußeren Ringzonen liegen (Selbstzentrierung). Vorteilhaft können hierbei griffige Körperformen sein.

Fig. 31 zeigt die Positionierung der hartelastischen Körper (7) unter definiertem Winkel. Bei freiliegenden Körpern ist durch diese Anordnung eine (selbstreinigende) Drainage zu erzielen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

3725742

Ein.: 22: L1

Nummer: 37 25 742
Int. Cl.⁴: B 32 B 25/02
Anmeldetag: 4. August 1987
Offenlegungstag: 3. März 1988

- 27 -

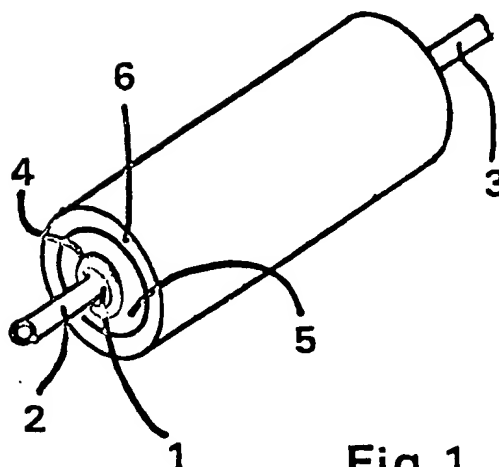


Fig. 1

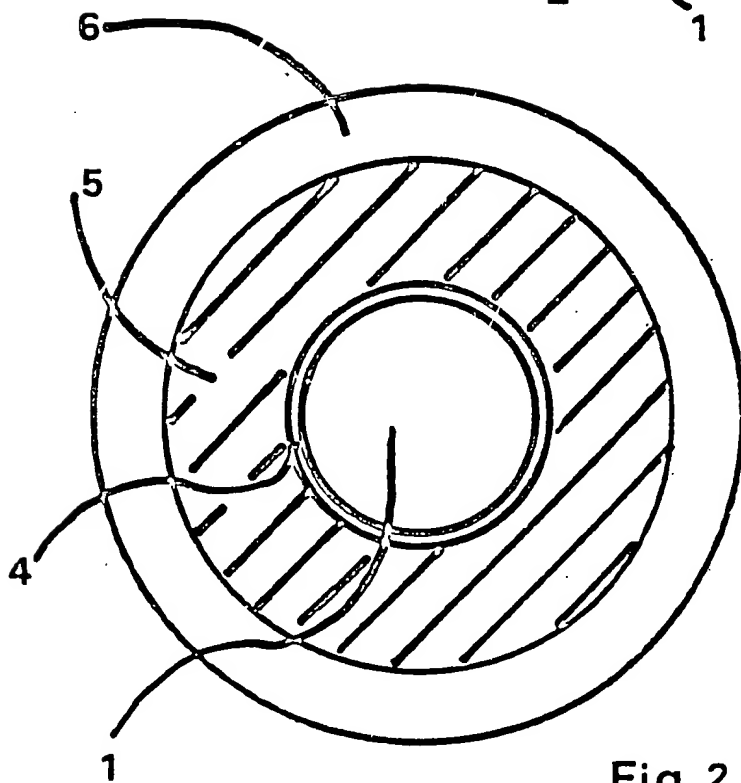


Fig. 2

3725742

- 28 -

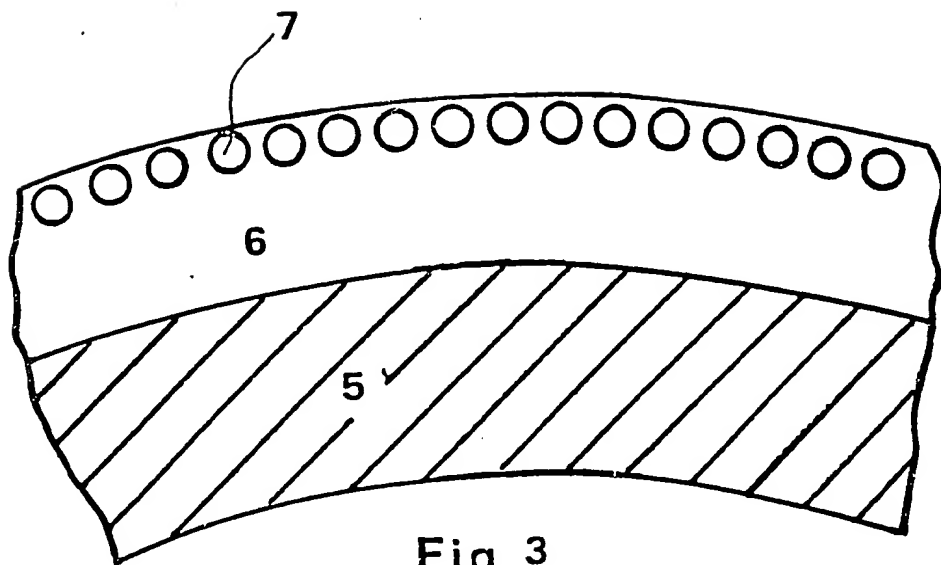




Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16



Fig. 17



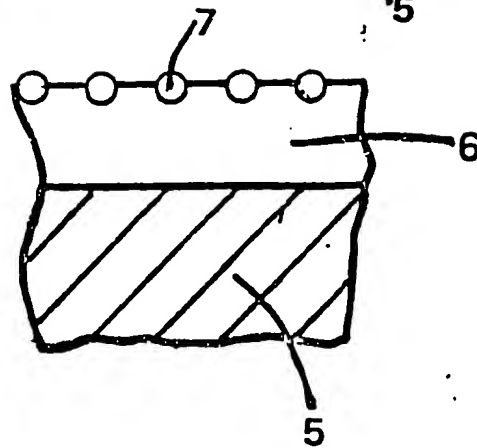
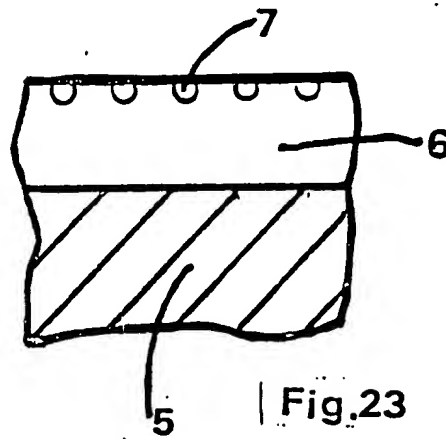
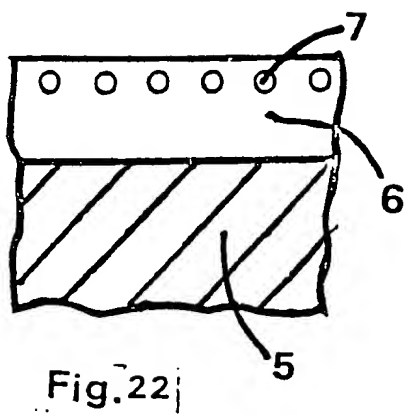
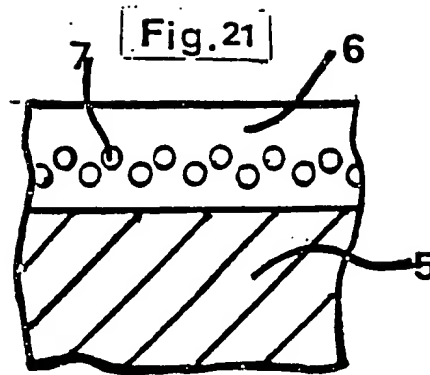
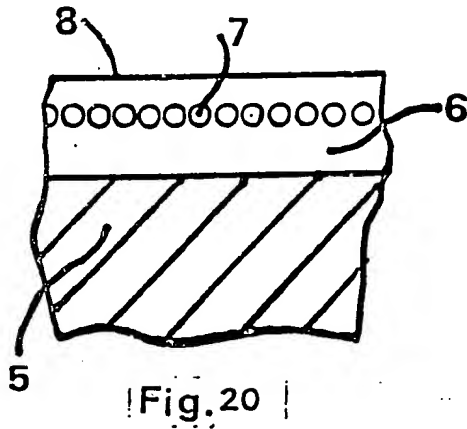
Fig. 18



Fig. 19

3725742

- 30 -



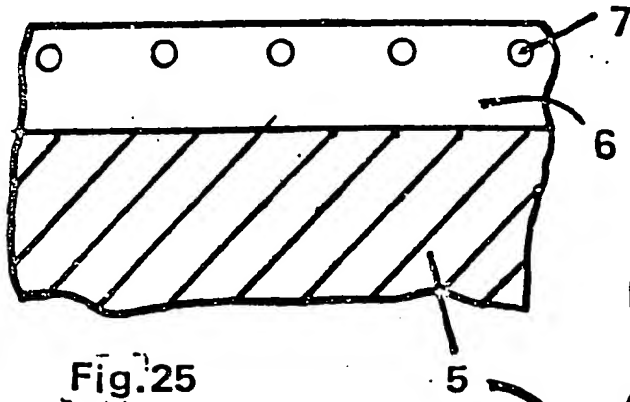


Fig. 25

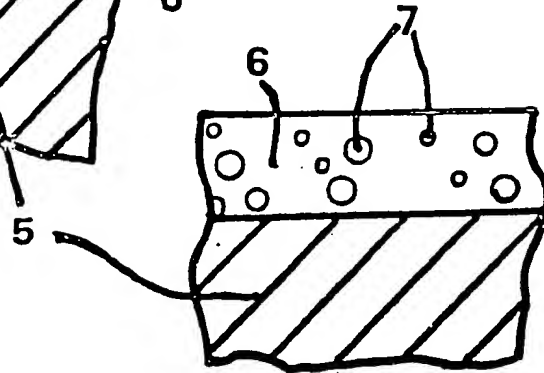


Fig. 26

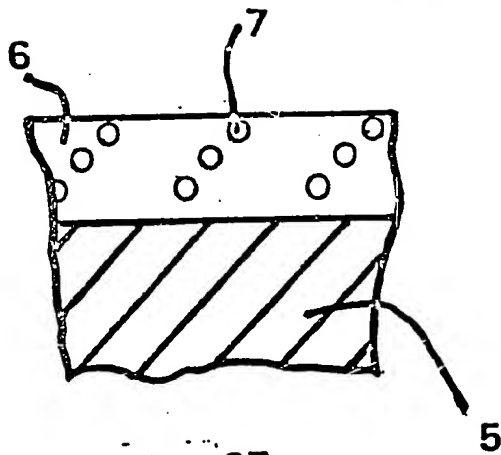


Fig. 27

3725742

- 32 -

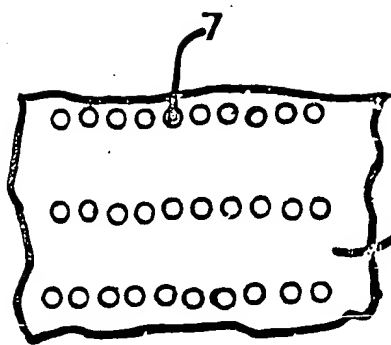


Fig. 28

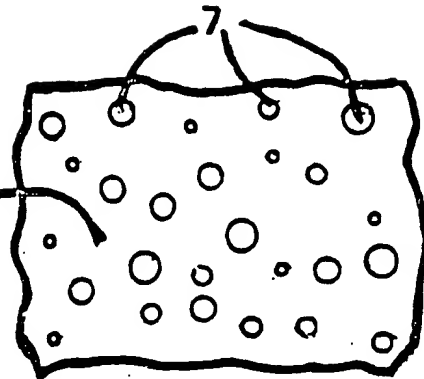


Fig. 29

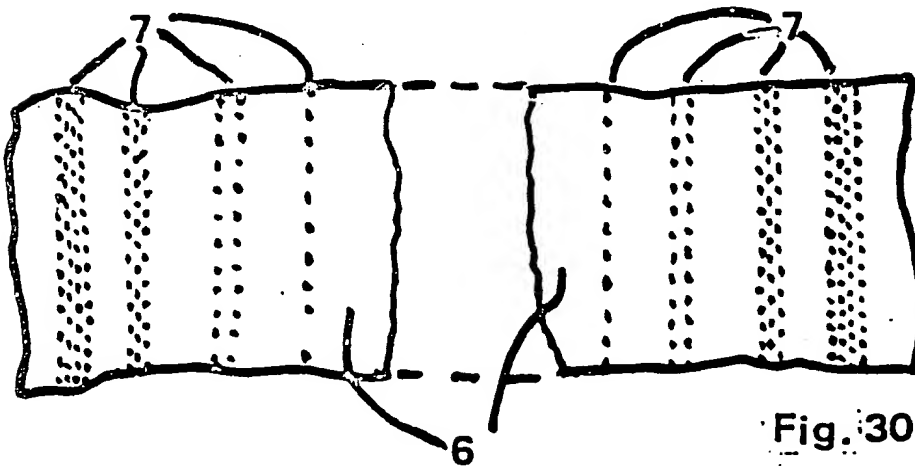


Fig. 30

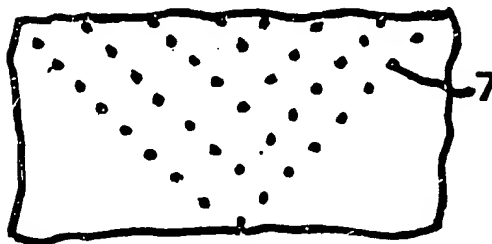


Fig. 31